



Title	Congestion and Fairness Control Mechanisms of TCP for the High-Speed Internet
Author(s)	長谷川, 剛
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3172739">https://doi.org/10.11501/3172739</a>
rights	
Note	

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	はせがわ 剛 長谷川 剛
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15611 号
学位授与年月日	平成12年5月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	Congestion and Fairness Control Mechanisms of TCP for the HighSpeed Internet (高速インターネットにおける TCP の輻輳制御および公平性制御機構に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 村田 正幸  (副査) 教授 宮原 秀夫 教授 菊野 亨 教授 萩原 兼一

#### 論文内容の要旨

現在のインターネットにおける主要なサービスである WWW (World Wide Web) やファイル転送などを実現するプロトコルである HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) や FTP (File Transfer Protocol) 等のインターネットプロトコルは、その下位層 (トランスポート層) プロトコルとして TCP (Transmission Control Protocol) を使っている。TCP の主要な機能である輻輳制御方式については、これまで多くの研究がなされてきており、さまざまな改善方式が提案・実装されてきている。

一方、インターネットユーザの増加にともない、ネットワークの高速化・高機能化があらゆる側面から行われている。また、将来の高速インターネットにおいては、従来のベストエフォートサービスだけではなく、各コネクションへの固定的な帯域の割り当てや、ユーザ間で公平なサービスといった、高度なサービスが必要とされている。TCP は1970年代に設計されたプロトコルであり、これら将来の高速・高機能ネットワーク、及び高度なサービスに対応できるかは、今後のインターネットの発展にとって重要である。この点についてはこれまでもいくつかの研究がなされてきているが、それらの多くは TCP のスループットにのみ注目しており、公平性・安定性といった面からの研究は少ないのが現状である。

そこで本論文では、まず TCP の輻輳制御方式の公平性・安定性に注目し、数学的解析手法を用いてその基本的性質を明らかにした。検討においては、現在のインターネットで用いられている TCP Tahoe/Reno バージョンに加え、高スループットが得られるとして期待されている TCP Vegas バージョンも対象とした。また、TCP のパケット再送機構の持つ本質的な問題点を指摘し、その改善方式を提案した。

次に、TCP が将来のネットワークに対応できるかどうかを検討するために、ATM (Asynchronous Transfer Mode) ネットワーク、及び上りと下りで帯域の異なる非対称ネットワークにおける TCP の性能評価を行った。さらに、インターネットルータのバッファにおけるパケット処理アルゴリズムを、コネクション間の公平なサービスの実現に着目して評価を行った。

これらの検討を通して、TCP は将来の高速インターネット、及びそこで実現される高度なサービスに対応可能であり、全く新しいトランスポート層プロトコルは必ずしも必要でないことが明らかになった。

## 論文審査の結果の要旨

インターネットユーザの増加にともない、ネットワークの高速化・高機能化があらゆる側面から行われている。また、将来の高速インターネットにおいては、従来のベストエフォートサービスだけではなく、各コネクションへの固定的な帯域の割り当てや、ユーザ間で公平なサービスといった、高度なサービスが必要とされている。TCP は1970年代に設計されたプロトコルであり、これら将来の高速・高機能ネットワーク、及び高度なサービスに対応できるかは、今後のインターネットの発展にとって重要である。この点についてはこれまでもいくつか研究がなされてきているが、それらの多くはTCPのスループットにのみ注目しており、公平性・安定性といった面からの研究は少ないのが現状である。

そこで本論文では、まずTCPの輻輳制御方式の公平性・安定性に注目し、数学的解析手法を用いてその基本的性質を明らかにしている。検討においては、現在のインターネットで用いられているTCP Tahoe/Renoバージョンに加え、高スループットが得られるとして期待されているTCP Vegasバージョンも対象としている。検討の結果、TCP VegasはTCP Renoよりも高い公平性、及び安定性を示すが、公平性が劣化する場面があることが明らかになっており、さらにTCP Vegasの性能を向上させる方式を提案し、その有効性を確認している。また、TCPのパケット再送機構の持つ本質的な問題点として、TCPの送信側端末が誤ってパケットを再送してしまう現象を指摘し、その改善方式として、誤った再送によるTCPの性能劣化を防止する方式を提案している。

次に、TCPが将来のネットワークに対応できるかどうかを検討するために、ATM (Asynchronous Transfer Mode) ネットワーク、及び上りと下りで帯域の異なる非対称ネットワークにおけるTCPの性能評価を行い、その結果、現状のTCPを用いた場合、ネットワークの非対称性が大きくなると性能が大きく劣化することを明らかにしている。

さらに、インターネットルータのバッファにおけるパケット処理アルゴリズムを、TCPコネクション間での公平なサービスの実現に着目して性能評価を行い、スループットの解析的な導出を行っている。またその解析結果を用いて、公平なサービスの実現が可能となるパケット処理アルゴリズムについての提案を行っている。

以上のように、本論文では、TCPの輻輳制御方式に関する多くの研究成果を挙げ、TCPの将来の高速インターネット及びそこで実現される高度なサービスへの適応性を多岐に渡って示している。これらの研究結果は、今後のインターネットの発展に多岐に寄与するものと考えられる。よって、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。